



Faglig kontakt under eksamen:
Professor Arne Brataas
Telefon: 73593647

Eksamen i TFY4170 Fysikk 2

Mandag 12. desember 2005

15:00–18:00

Tillatte hjelpemidler: Alternativ C

Godkjent lommekalkulator.

K. Rottman: *Matematisk formelsamling*Barnett and Cronin: *Mathematical formulae*

Sist i dette oppgavesettet er det gitt noen relasjoner som muligens kan være til nytte under eksamen. Kandidaten må selv tolke disse.

Merk: Hver del-oppgave teller like mye.

Dette oppgavesettet er på 2 sider.

Oppgave 1. Kvantemekanikk

Vi ser i denne oppgaven på en partikkel som beveger seg i én retning i en stasjonær tilstand. Bølgefunksjonen kan da skrives som $\Psi(x, t) = \psi(x) \exp(-iEt/\hbar)$, der E er energien til partikkelen, x er posisjonen, t er tiden, $\hbar = h/(2\pi)$ og h er Plancks konstant. $\psi(x)$ er den romlige delen av bølgefunksjonen.

- a) Hva er den romlige delen av bølgefunksjonen $\psi_{\text{fri}}(x)$ og energien E_{fri} til en fri partikkel?
- b) En partikkel befinner seg i en én-dimensjonal boks der potensialet er null innenfor boksen ($0 < x < a$) og potensialet er uendelig stort utenfor boksen ($x < 0$ og $x > a$). Bølgefunksjonen til partikkelen $\psi(x)$ er en løsning av den stasjonære Schrödinger-ligningen innenfor boksen med tilhørende grensebetingelser på randen av boksen ($x = 0$ og $x = a$). Schrödinger-ligningen som beskrives bølgefunksjonen innenfor boksen ($0 < x < a$) er

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} = E\psi(x). \quad (1)$$

Det kan vises at bølgefunksjonen til grunntilstanden er gitt ved

$$\psi_g(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi x}{a}. \quad (2)$$

Finn et uttrykk for alle energinivåene og de tilhørende bølgefunksjonene for partikkelen.

- c) Hva er forventningsverdien til posisjonen og impulsen i grunntilstanden ($\psi_g(x)$) til en partikkel i en boks som beskrevet ovenfor?

Oppgave 2. Bølgefysikk

- a) Hva menes med Huygens prinsipp?
- b) Hva er bånd-breddeteoremet og dens analogi innen kvantemekanikken.

Oppgave 3. Materialfysikk

- a) Hva er Pauli-prinsippet?
- b) Hva er Fermi-energien til elektronene i et metall?

Oppgitt:

Noen integraler som kan være nyttige:

$$\int_0^{n\pi} du \sin^2 u = \frac{n\pi}{2}, \text{ når } n \text{ er et positivt heltall} \quad (3)$$

$$\int_0^{n\pi} duu \sin^2 u = \frac{n^2\pi^2}{4}, \text{ når } n \text{ er et positivt heltall} \quad (4)$$